

(Delante et Zeller, architectes, Du Chateau, ingénieur-conseil).

L'Exposition Universelle de 1951 a réalisé le Crystal Palace, celle de 1889 la tour Eiffel et la galerie des Machines, l'exposition de 1900 a laissé le métro, le Grand et le Petit Palais. L'Exposition Universelle de 1989 devra laisser une réalisation pérenne, mais apte à toutes les utilisations futures éventuelles. Nous pouvons le faire. Grâce à des réalisateurs de réputation mondiale, la France peut, au XX^e siècle, proposer un large éventail de structures spatiales tout à fait cohérentes avec l'utilisation des énergies nouvelles, mais surtout capables de répondre aux pires contraintes urbaines. L'Exposition Universelle de 1989 pourrait en fournir l'éclatante démonstration.

Stéphane DU CHATEAU
Président de l'Institut de
Recherche et d'Application
des Structures Spatiales

LE "PAVILLON" DE L'ECOSPHERE

par Roland BECHMANN

Dans ce pavillon, destiné à devenir un musée vivant, permanent et qui pourrait être constitué d'une sorte de village, d'un groupement de bâtiments, la présentation serait conçue de façon aussi didactique et distrayante que possible. Notamment, on ferait appel à l'action des visiteurs qui pourront introduire des réponses, sous formes d'analyses visualisées, des conséquences des variantes introduites.

Dans le premier groupe de salles, on présentera l'écosphère et les notions de système, d'écosystème, de biocénose illustrées de plusieurs exemples à des échelles diverses. Certains écosystèmes complexes, mais de dimensions réduites (par exemple une souche d'arbre avec son environnement immédiat, ses insectes parasites, ses végétations associées), seront exposés réellement. Des schémas animés, figurant les flux énergétiques et de matières ainsi que les interrelations à l'intérieur de différents écosystèmes seront présentés. Les visiteurs pourront en modifier eux-mêmes certains éléments afin de simuler les conséquences de ces modifications dans les chaînes du vivant.

Les supports, les formes et la dynamique de la vie constitueront le thème général sous lequel on regroupera les sujets vivants :

- Le sol, sa constitution, ses modifications, sa dynamique.
- L'eau avec son cycle et ses caractéristiques.
- Le soleil, source d'énergie, moteur de la photosynthèse, du cycle de l'eau, du climat...

L'ESPACE BOISÉ

Plusieurs salles et patios seront consacrés à la forêt (massive ou linéaire), principale usine de biomasse, agent essentiel contre l'érosion ; on en exposera les multiples fonctions : protection contre le soleil et le vent, contre l'évaporation, lieu de loisirs, de détente, de chasse, productrice d'un matériau universellement répandu, agent primordial d'équilibre écologique, mais aussi difficile problème de compromis entre des fonctions parfois contradictoires.

L'ESPACE CULTIVÉ

Serait présenté ensuite l'espace cultivé : gisement de matière alimentaire avec les problèmes de maintien de la fertilité, la nécessité de refermer les cycles, l'importance de l'entretien du sol et de l'apport des générations, les problèmes entraînés par les abus des engrais chimiques et des pesticides en matière de pollution des eaux, ainsi que sur la faune et sur la végétation, la nécessité de la conservation des biotopes et d'un aménagement prudent des zones de bocage.

Les différentes méthodes de culture avec les dépenses énergétiques entraînées, pour l'agriculture dans différents cas et dans différents pays, seront comparées afin d'éclairer le problème de la gestion de l'énergie qui sera traité plus loin.

L'ESPACE PASTORAL

Entre l'espace forestier et l'espace cultivé, l'espace pastoral — jadis dérobé, partie à

la forêt, partie à l'espace cultivé dans les intervalles des cultures — est aujourd'hui le plus souvent une spécialisation.

Le difficile équilibre entre le pâturage et la conservation du couvert végétal dans les régions arides doit être évoqué ici, en même temps que la complémentarité culture-élevage, facteur d'équilibre dont l'intérêt dépasse largement les zones de faible productivité et auquel, après l'abus de grandes spécialisations dans les cultures, on accorde un intérêt accru.

Les incidences des procédés d'alimentation du bétail dans les pays développés sur les problèmes alimentaires dans le Tiers monde seront abordés ainsi que le problème plus général de la conservation des terres cultivables et de la désertification dans les pays semi-arides.

LES SYSTÈMES AQUATIQUES

Dans des salles, comportant bassins, aquariums, eaux courantes, consacrées aux systèmes aquatiques, seront traités les écosystèmes des eaux douces et des eaux salées, ainsi que les zones humides. L'importance du domaine liquide sera exposé ainsi que le potentiel de production considérable du milieu marin, bien supérieur à celui du sol cultivable mais où l'on n'a guère dépassé le stade néolithique — la cueillette — tout en utilisant des moyens massifs et brutaux qui risquent de stériliser certaines zones et mettent en danger certaines espèces. Les fonctions des zones humides (pays bas, marécages,

estuaires, etc.) seront montrées également (migrations des oiseaux, régularisation des crues, cycles de reproduction de certains poissons, etc.).

LES ESPÈCES VIVANTES

Dans les salles consacrées aux *espèces vivantes*, on montrera la place de ces espèces et leur rôle dans l'équilibre des écosystèmes.

Les dangers de la raréfaction et de la disparition de nombreuses espèces seront exposés. Des exemples montreront l'importance de la préservation de la variété des gènes et de la conservation des espèces...

L'*espèce humaine* bénéficiera d'une exposition particulière où le déséquilibre entraîné dans l'écosystème par son développement rapide et brutal, l'augmentation récente et angoissante de sa population, son impact considérable sur le milieu naturel, seront montrés, avec les conséquences entraînées sur les écosystèmes. Le visiteur doit ainsi prendre conscience des responsabilités planétaires que l'Homme assume.

LA GESTION DES RESSOURCES

Le thème du deuxième ensemble de salles sera *la gestion des ressources naturelles*.

Tout d'abord, seront examinées les *disponibilités en matières premières, minérales et énergétiques* du globe, les ressources prouvées ou estimées, les méthodes d'exploitation et leur évolution permettant d'augmenter les ressources exploitables, les matières de substitution. Les bilans énergétiques des différentes fabrications seront donnés. Des "jeux" électroniques permettront aux visiteurs d'examiner les conséquences énergétiques de différentes mesures telles que substitutions d'un métal à un autre, d'un matériau à un autre, etc., compte tenu des divers facteurs limitants (variété, éloignement, épuisement, etc.) et de leurs variations.

La consommation d'énergie et de matières premières et son évolution dans différents pays en comparaison avec d'autres paramètres sera donnée.

L'ÉNERGIE

Les sources d'*énergies renouvelables et non renouvelables* seront exposées ensuite avec les différentes sources d'énergie — énergie classique, conventionnelles, et énergies nouvelles centralisées ou décentralisées. Avantages et inconvénients des différentes sources d'énergie seront examinés, avec leurs effets secondaires.

Les énergies renouvelables feront l'objet de présentations spécialisées, montrant les exemples de réalisations de divers pays avec de nombreuses maquettes, réduites, en fonctionnement, spectacle toujours fascinant pour le visiteur.

ÉNERGIES ÉPUISABLES

Le Président de la République a affirmé, à l'occasion du projet d'Exposition universelle, que les énergies "nouvelles", celles du soleil, du vent, de la géothermie et de la fusion nucléaire, seraient celles du III^e millénaire. Avant d'exposer les possibilités, les problèmes et les espoirs des énergies nouvelles, on devrait passer en revue les énergies dites "classiques" et leurs facteurs limitants, en particulier les énergies épuisables ou transitoires comme le charbon, le lignite, la tourbe, le pétrole qui ne se renouvellent qu'à l'échelle des temps géologiques, ou qui, comme l'énergie de fusion, tributaire de l'uranium, posent des problèmes graves en matière de déchets et d'implications militaires. Les possibilités en matière d'utilisation de l'hydrogène seront esquissées aussi.

Enfin, les conséquences de l'accroissement dans l'atmosphère du CO₂ produit par l'énorme consommation de telles énergies et les problèmes des pollutions causées par l'usage de différentes formes d'énergie devront être abordés.

Mais l'accent sera mis ensuite, en toute objectivité et sans parti-pris, sur les possibilités et les limites des énergies renouvelables, qui utilisent les "intérêts" et n'entraînent pas le "capital" de notre Terre. Pour cela on commencera par faire l'historique des différentes formes de ces énergies.

ÉNERGIE MUSCULAIRE

L'histoire de l'*énergie musculaire* est aussi celle de l'outil, puis de la machine. Elle passe par les méthodes ayant permis d'élever les mégalithes, les pyramides, les obélisques, les constructions des Aztèques, des Incas, des Mayas, pour aboutir à un instrument aussi répandu de nos jours que la bicyclette, en en relatant au passage tous les progrès faits, grâce à la démultiplication de la force musculaire, dans le domaine des instruments de levage et dans les machines diverses du Moyen Age, comme dans les instruments les plus modestes et les plus courants des siècles passés, tels que le métier à tisser, le tour à potier, la machine à coudre, etc.

Dans de nombreux pays du Tiers monde un progrès compatible avec un développement progressif qui ne soit pas créateur de nouvelles dépendances, passe par l'utilisation de machines, de dispositifs, d'instruments qui sont apparus en Europe Occidentale lors de la révolution industrielle du Moyen Age : c'est ainsi que sous l'égide de l'UNESCO, actuellement, des artisans de certains pays apprennent à fabriquer de telles machines qui, tout en économisant le temps et le travail des hommes, ne les rendent pas esclaves du pétrole ou de produits fabriqués dans les pays industrialisés.

Plus que de tracteurs et de machines sophistiquées, c'est souvent d'abord d'attelages et de véhicules plus efficaces, de meilleurs moyens d'utiliser la force de leurs animaux domestiques, d'espèces adaptées à leur climat, d'instruments permettant d'utiliser la force musculaire des animaux, dont beaucoup de pays ont besoin.

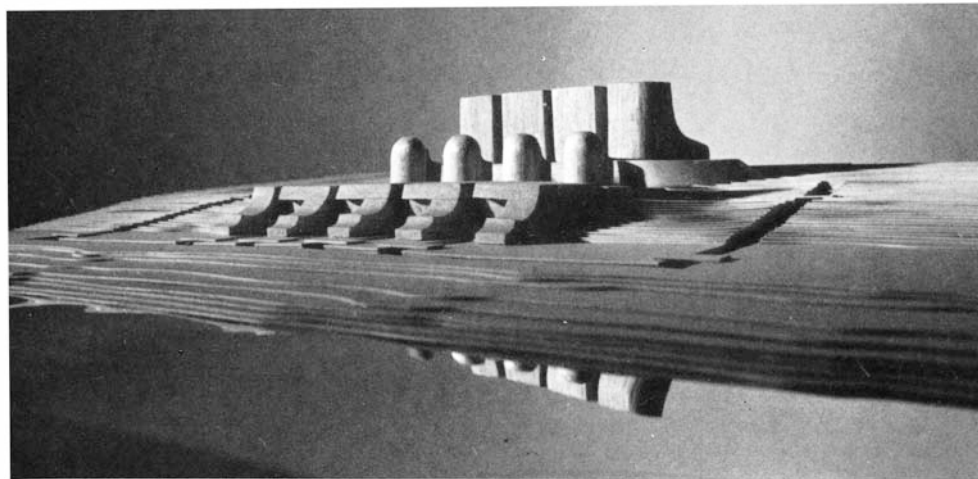
ÉNERGIE HYDRAULIQUE

Parmi les conquêtes du Moyen Age, il faut d'abord citer l'énergie hydraulique qui a transformé le paysage et l'économie du X^e au XIV^e siècle ; actuellement cette énergie se transforme aisément en énergie électrique facile à utiliser partout ; mais l'utilisation directe de l'énergie hydraulique pour élever l'eau, pour moulin, pour battre, pour concasser, pour forger, etc., reste une solution pratique dans nombre de cas. Depuis les réalisations industrielles, telles que les grands barrages dont des exemples existent dans le monde entier, jusqu'au modeste équipement d'une microchute, toute une gamme de matériels est disponible et sans cesse perfectionnée dans de nombreux pays.

GÉOTHERMIE

En matière d'utilisation des ressources naturelles renouvelables, la géothermie est une solution dont de nombreux exem-





Centrale Nucléaire - Projet
Claude Parent, architecte.

ples peuvent être montrés et dont les possibilités d'application s'accroissent avec l'utilisation de la géothermie à grande profondeur, la découverte de nouvelles couches exploitables et surtout le couplage solaire/géothermie, qui permet de réintroduire dans les nappes souterraines la chaleur produite par le rayonnement solaire afin de maintenir la capacité énergétique du réservoir. En ces domaines où certains pays ont fait des recherches et des réalisations particulièrement intéressantes, la France n'est pas désavantagée.

ÉNERGIE SOLAIRE

Moteur de la photosynthèse et de l'énergie hydraulique, l'énergie solaire connaît, aujourd'hui dans de multiples pays, un développement accéléré. Mais, sous des formes de captage simple, elle est utilisée depuis longtemps (chauffage de l'eau, chauffage des serres agricoles, extraction du sel, etc.). Dans les pays du Tiers Monde, on développe des applications simples pour la cuisson des aliments, mais aussi de plus élaborées, telles que le pompage ou le dessalement de l'eau. Centrales solaires et fours solaires de grande puissance sont en service ou sont en construction dans certains pays développés; ailleurs, c'est la technique des "étangs" solaires. Et chaque année le prix des cellules photovoltaïques qui transforment directement le rayonnement solaire en électricité baisse, laissant entrevoir le jour où cette technique, déjà appliquée dans des cas particuliers, pourra se répandre largement.

Le couplage de l'énergie solaire avec d'autres formes d'énergie telles que la géothermie, l'hydroélectrique, l'éolienne — et aussi avec les énergies non renouvelables, que de tels dispositifs contribuent à économiser — pallie son irrégularité. Et dans le monde entier l'effort porte sur la simplification des appareils afin de réduire les investissements, encore trop lourds, nécessaires pour utiliser pleinement cette énergie gratuite.

ÉNERGIE ÉOLIENNE

Mise à profit sur terre et sur mer depuis des siècles, l'énergie éolienne, aussi capricieuse que le rayonnement solaire, peut lui être complémentaire. Les pays développés ont construit des appareils bénéficiant des derniers progrès de l'industrie aéronautique; mais, en revanche, pour les pays du Tiers Monde, des techniques simples ont

été mises au point qui transforment la vie des populations: éoliennes de puisage ou générateurs d'électricité, assainissement des zones humides, irrigation et même chauffage; de telles fonctions peuvent être assumées, sous beaucoup de latitudes, par l'énergie éolienne; les exemples ne manquent pas mais gagnent à être internationalement diffusés. Une exposition universelle en est l'occasion.

LA BIOMASSE

Liée à l'exploitation du sol, cette source d'énergie est utilisée dans le monde entier, avec un plus ou moins bon rendement. La *combustion*, sous forme de bois ou de charbon de bois, a, dans les pays semi-arides (ajoutée souvent au surpâturage ou à la surexploitation des sols), entraîné de graves déséquilibres écologiques et même la désertification, par l'utilisation non seulement de la production mais du capital ligneux.

Mais une utilisation raisonnable, proportionnée à la production végétale et un emploi plus économique par des appareils simples, actuellement diffusés dans le Tiers monde, permettent une bien meilleure gestion de cette ressource.

La *fermentation* a dépassé le stade expérimental et permettra d'utiliser quantités de sous-produits de l'agriculture et de l'exploitation des forêts et des eaux. C'est une solution d'avenir dont un certain nombre de pays peuvent montrer des exemples.

AUTRES ÉNERGIES

Diverses autres formes d'énergie renouvelable sont actuellement expérimentées dans le monde entier: énergie thermique des mers et des lacs profonds, énergie mécanique des mers (sous-produit de l'énergie éolienne), etc., dont il n'est pas

inintéressant d'exposer les principes et les expériences.

ÉCOSYSTÈMES URBAINS

Une partie du bâtiment de l'Ecosphère — qui devrait plutôt être conçu comme une sorte de village ou d'ensemble pavillonnaire aux formes variées selon les fonctions — serait enfin consacrée aux *écosystèmes urbains et industriels*. Ceux-ci concernent en effet la vie quotidienne de millions d'habitants du globe et constituent dans les pays en voie de développement des abcès de fixation et des facteurs de déséquilibre: ces concentrations ont, en outre, entraîné la nécessité de quantité de matériels et de procédés visant à la protection du cadre de vie — dépollution, assainissement, recyclage, etc. — qu'il serait intéressant d'exposer.

DES EXEMPLES DÉCENTRALISÉS

Ainsi dans l'ensemble des bâtiments consacrés à l'écosphère, presque chaque pays du monde, qu'il soit développé, industrialisé ou non, aura des réalisations à exposer. L'Exposition sera l'occasion pour chaque État de montrer ce qu'il peut apporter aux autres collectivités humaines, quel que soit le degré de développement de celles-ci, et ceci, en *technologies appropriées* au stade de développement de chaque communauté et compatible avec la préservation de son milieu de vie.

Que peut faire la France? Apporter des idées, des expériences, des techniques, mais aussi les montrer en action sur son territoire. La France aurait ainsi l'occasion d'édifier en un ou plusieurs points du territoire, constituant des annexes et des illustrations de l'Exposition, des *cités permanentes intégrées*, mettant en œuvre au maximum ces techniques et ces possibilités et atteignant, avec les zones d'environnement rural qui sont leurs compléments essentiels, un degré d'autonomie maximum: ces ensembles pourraient être construits avec le concours des réalisations les plus avancées de chaque pays, dans des villes nouvelles ou des quartiers neufs préfigurant les cités de demain et dont le caractère et les particularités propres tiendraient compte des caractéristiques et des possibilités propres à chaque localisation.

Roland BECHMANN



Générateur de vapeur solaire -
Beersheba (Israël)
(Doc. UNESCO - A. Bernheim).